

Universidad Complutense de Madrid

Facultad de Farmacia

Andrea García López

Radioisótopos de Iodo con Aplicaciones Biomédicas

El yodo, como elemento químico, posee más de 30 isótopos, de los que sólo uno, el I^{127} , es estable, siendo los demás radioactivos. De estos, sólo cinco, el I^{125} , I^{131} , I^{123} , I^{122} y I^{124} presentan aplicaciones clínicas, tanto de uso *in vitro* como *in vivo* ¹. Las aplicaciones de los radionúclidos de yodo, son altamente dependientes de su tiempo de semidesintegración y el tipo de emisión. Así los radioisótopos de yodo emisores de radiación β como el I^{131} son más adecuados en el tratamiento de patologías, principalmente tumorales, debido al efecto deletéreo que provoca esta radiación ionizante en los tejidos. Por otro lado los emisores de radiación gamma como el I^{123} o emisores de positrones (que se aniquilan con un electrón del medio dando lugar a la aparición de dos rayos gamma) como el I^{124} se emplean en técnicas diagnósticas ya que la radiación gamma posee alto poder de penetración para que atraviese el cuerpo y sea detectada desde el exterior por un detector adecuado y poder determinar el conteo de radiactividad acumulada en un determinado órgano o la obtención de imágenes.

Objetivos

- Conocer las características, métodos de obtención y aplicaciones biomédicas de los radioisótopos de yodo
- Describir las indicaciones y mecanismos de acción de los diferentes radiofármacos yodados disponibles.
- Conocer los procedimientos para la obtención de imágenes diagnósticas así como la interpretación de resultados.
- Conocer los diferentes procedimientos terapéuticos que implican el uso de yodo radiactivo.

3. Radioisótopos de Iodo

3.1 Características de los Radioisótopos de Iodo ^{1,2}

Isótopo	Semivida	Modo de desintegración	Tipo de emisión	Energía de la radiación γ (intensidad)	Producción	Aplicación
I^{122}	3,6 min	—	β^+	—	Generador	Diagnóstico (PET)
I^{123}	13,2 horas	Captura electrónica	γ	159 KeV (87%)	Ciclotrón	Diagnóstico (SPECT)
I^{124}	4,18 días	β^+ y captura electrónica	β^+	511 KeV (50%)	Ciclotrón	Diagnóstico (PET)
I^{125}	59,4 días	Captura electrónica	γ	27 KeV (139%) 35 KeV (7%)	Reactor	Radioinmuno-ensayo y Terapia
I^{131}	8 días	β^-	β^- (608 Kev)	364 KeV (83%) 637 KeV (7%)	Reactor	Terapia y diagnóstico

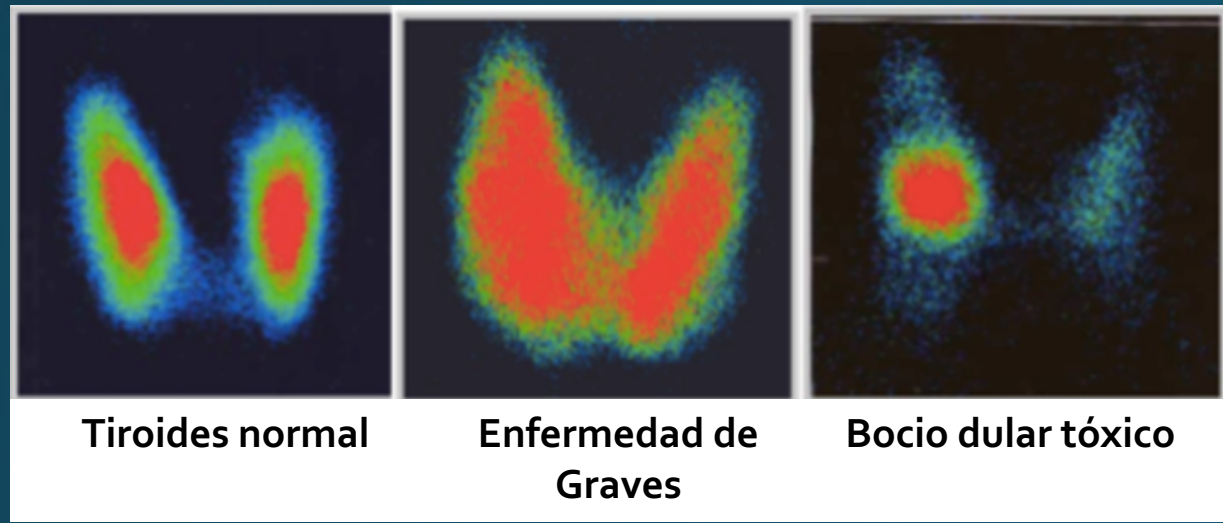
4. Aplicaciones clínicas de los Radioisótopos de Iodo

4.1 Pruebas diagnósticas

4.1.1. Pruebas con obtención de imágenes



- Exploraciones tiroideas
- ✓ Diagnósticos de Cáncer de Tiroides (CDT)
- ✓ Diagnósticos del Hipertiroidismo



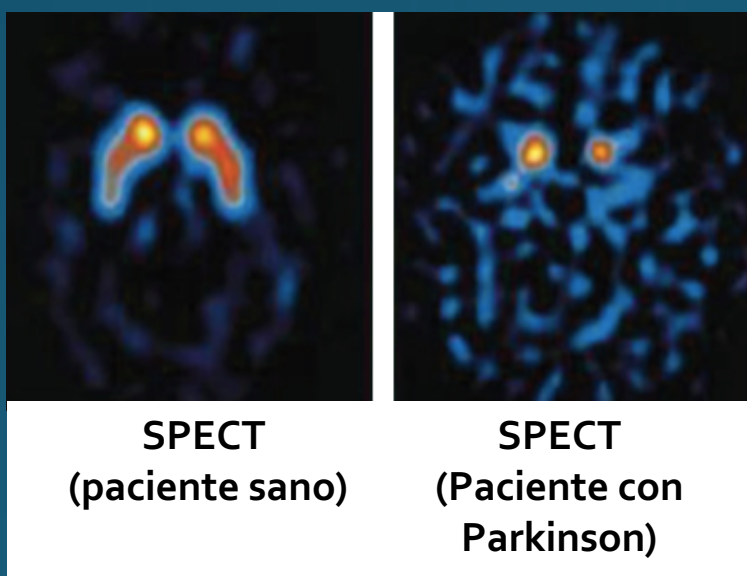
- Exploraciones de las glándulas suprarrenales
- ✓ Exploraciones de la corteza suprarrenal.
- ✓ Exploraciones de la médula suprarrenal.

- Exploraciones del sistema urinario

- Exploraciones del sistema cardiovascular

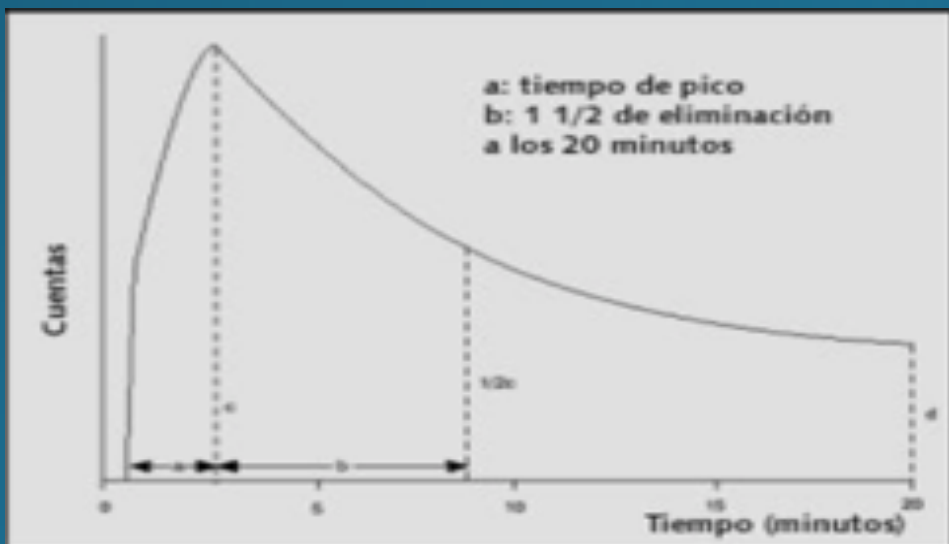
- ✓ Estudio funcional del miocardio
- ✓ Estudio del metabolismo de los ácidos grasos en el miocardio

- Exploraciones cerebrales
- ✓ Diagnóstico de alteraciones de la circulación cerebral.
- ✓ Diagnóstico de Epilepsia
- ✓ Diagnósticos de Parkinson



4.1.2. Pruebas sin obtención de imágenes

- Captación y descarga tiroidea
- Determinación del volumen plasmático
- Localización y caracterización de trombos venosos en las piernas.
- Renograma. En la siguiente figura se muestra la llegada, concentración y depuración del radiofármaco.



1. Introducción

La radiactividad es, un proceso estrictamente nuclear, consistente en la desintegración espontánea de núcleos inestables a causa del gran número de protones o de neutrones que poseen. La estabilización de un isótopo radiactivo de un elemento se realiza mediante la emisión de una partícula alfa, una partícula beta, una radiación gamma o varias a la vez. Este fenómeno de emisión se llama **radiactividad**. A los átomos cuyo núcleo presenta esta característica se les denomina **radioisótopos** o **radionúclidos** ¹.

2. Radiofármacos

2.1 Definición

Un **radiofármaco** es un medicamento que cuando está listo para su uso, con fines diagnósticos o terapéuticos, contiene uno o más radionúclidos, por tanto, los radiofármacos contienen solamente pequeñas cantidades de principios activos, con un radionúclido unido a ellas ¹.

2.2 Emisión radiactiva adecuada de los Radiofármacos

Los radionúclidos empleados en Radiofarmacia son aquellos que emiten:

- **Partículas β .** Los emisores β con carga negativa se emplean en radioterapia, pero normalmente no se utilizan con fines diagnósticos por ser muy ionizantes. En exploraciones diagnósticas se utilizan algunos emisores de positrones de semiperíodo muy corto, que se aniquilan con un electrón del medio dando lugar a la aparición de dos rayos gamma.
- **Radiación γ .** Los emisores γ son los de elección preferente en exploraciones diagnósticas por la imagen, por ser esta radiación electromagnética muy penetrante y poco ionizante, de manera que interactúa mínimamente con el organismo y es capaz de llegar al detector.

3.2 Radiofármacos Iodados ^{1,2,3}

Radiofármaco	Forma farmacéutica	Aplicación clínica
Yoduro sódico [I^{131} , I^{125} , I^{123}]	Cápsulas gelatinosas Solución oral e inyectable	Diagnóstico y tratamiento de hipertiroidismo y cáncer tiroideo.
Albumina sérica yodada (SARI) [I^{125} , I^{131}]	Solución inyectable de albúmina humana marcada con I^{125} o I^{131}	Determinación del volumen plasmático y sanguíneo.
Orto-yodohipurato sódico [I^{123} , I^{131}]	Solución inyectable de 2- yodobenzamidoacetato de sodio que incorpora un átomo de yodo en molécula.	Diagnóstico de alteraciones renales
Iobenguano o metayodo bencil guanidina (MIBG- I^{123} , MIBG- I^{131})	Solución inyectable de iobenguano que incorpora el radionúclido en su estructura molecular.	Tratamiento de feocromocitomas, neuroblastomas, carcinoides y cáncer medular de tiroides. Diagnóstico de insuficiencia cardíaca.
Iofetamina [I^{123}]	Solución inyectable de I^{123} -N-isopropil-4- yodoanfetamina.	Diagnóstico de alteraciones de la circulación cerebral.
Iomazenilo [I^{123}]	Solución inyectable	Diagnóstico de la epilepsia
Ioflupano [I^{123}]	Solución inyectable	Diagnóstico del Parkinson
Ácido Yodofilico [I^{123}] (BMIPP)	Solución inyectable	Exploración del metabolismo de los ácidos grasos en el miocardio.
Noryodocolesterol [I^{131}]	Solución inyectable de 6-beta-yodo-metil- I^{131} -19-noryodocolesterol.	Exploraciones de la función de la corteza adrenal.
Lipiodol [I^{131}]	Solución inyectable	Tratamiento de hepatocarcinomas.
Yodo [I^{131}] Tositumomab	Solución inyectable	Radioinmuno diagnóstico y radioinmunoterapia.
Fibrinógeno [I^{125}]	Solución inyectable de fibrinógeno marcado con I^{125}	Detección y caracterización de trombos venosos en las piernas.

4.2. Radioterapia Metabólica

- Tratamiento de patologías tiroideas
- ✓ Tratamiento del hipertiroidismo
- ✓ Tratamiento de Cáncer diferenciado de tiroides (CDT)
- Tratamiento de tumores adrenérgicos
- Tratamiento de hepatocarcinoma
- Radioinmunoterapia



Conclusiones

El empleo de radioisótopos de yodo con fines médicos comenzó en los años 40, cuando se utilizó el I^{131} para el tratamiento del hipertiroidismo. Desde entonces el conocimiento de los diferentes radioisótopos de este elemento ha ido en aumento. Los procedimientos tanto diagnósticos como terapéuticos, en los que se utiliza son numerosos hoy en día. Esto se debe a que el yodo radiactivo presenta ventajas sobre otros elementos, ya que cada uno de los isótopos empleados presentan un tiempo de semidesintegración y un tipo de emisión, que les hace adecuados para diferentes aplicaciones biomédicas.

Bibliografía

1. Mallol, J: Manual de Radiofarmacia. Madrid, Díaz de Santos, 2008.
2. Tatsuo Kaiho : Iodine Chemistry and Applications. New Jersey, John Wiley & Sons, 2015.
3. F. Sharp, P, G. Gemmell, H and D. Murray, A: Practical Nuclear Medicine, 3ª ed. London, Springer-Verlag, 2005.